



## ZAŚWIADCZENIE

Instytut Transportu Samochodowego

Warszawa, Polska

#9  
5 July 02  
R. Talas


złożył w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej dnia 23 września 1999 r. podanie o udzielenie patentu na wynalazek pt. „Sposób oceny jakości światła reflektorów pojazdu, zwłaszcza samochodowego.”

Dołączone do niniejszego zaświadczenia opis wynalazku, zastrzeżenia patentowe są wierną kopią dokumentów złożonych przy podaniu w dniu 23 września 1999 r.

Podanie złożono za numerem P-335553.

Warszawa, dnia 03 grudnia 2001r.

z upoważnienia Prezesa

  
mgr Jowita Mazur  
Referendarz

## **Sposób oceny jakości światła reflektorów pojazdu, zwłaszcza samochodowego**

Przedmiotem wynalazku jest sposób oceny jakości światła reflektorów pojazdu, zwłaszcza samochodowego.

Wynalazek znajduje zastosowanie głównie w laboratoriach badawczych świateł pojazdów, zwłaszcza samochodowych, w procesie projektowania i konstrukcji reflektorów, jak również na stacjach kontroli pojazdów.

Z Regulaminu nr 20 Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ - E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.19/Rev.2. Regulation No 20 - znany jest sposób oceny jakości światła reflektora samochodowego polegający na tym, że badaną wiązkę światła emitowaną przez reflektor rzutuje się na ekran, umieszczony w ustalonej od reflektora odległości prostopadle do jej osi optycznej, następnie w określonych punktach i obszarach ekranu dokonuje się punktowych pomiarów natężenia światła przy pomocy luksomierza, po czym wyniki pomiarów w postaci tabeli rozkładu natężenia porównuje się z wymaganiami obowiązującego wzorca. Odmianą przedstawionego sposobu oceny reflektora jest uzyskiwanie rozkładu natężenia światła nie drogą pomiarów na ekranie, lecz drogą pomiaru rozkładu światłości badanego reflektora przy pomocy fotogoniometru, w kącie bryłowym wiązki zawierającej oś pojazdu. Dla zespołu reflektorów dokonuje się prostego zsumowania światłości poszczególnych badanych reflektorów.

Zasadniczą wadą opisanego znanego sposobu jest to, że oceny jakości światła dokonuje się dla jednego badanego reflektora i że dokonywana jest ona na

podstawie oceny rozkładu natężenia światła na płaszczyźnie ekranu usytuowanego prostopadle do emitowanej wiązki, która to płaszczyzna nie jest płaszczyzną obserwacji wzroku kierowcy w czasie jazdy, ponieważ jest nią droga i jej najbliższe otoczenie. Ponadto wadą metody jest to, że pomiary są dokonywane dla stałej odległości miernika fotoelektrycznego od reflektora i dla takich warunków formułowane są wymagania, podczas gdy miejsca oświetlanej drogi, odpowiadające ocenianym punktom, znajdują się w odległości zależnej od miejsca zamocowania reflektora. Opisany sposób oceny jest zatem nieadekwatny do realnych warunków obserwacji obiektów oświetlanych na drodze przez reflektory samochodowe i nie odzwierciedla rzeczywistych właściwości świetlnych ani reflektora, ani tym bardziej zespołu reflektorów zainstalowanych w samochodzie, których rozkład natężenia światła jest zupełnie inny na oświetlanej drodze niż na ekranie pomiarowym. Stąd wynikają zniekształcenia zarówno wartości pomiarowych jak i kształtu obserwowanych obrazów, a w efekcie błędna ocena jakości reflektorów. Wymienionych wad nie posiada sposób według wynalazku.

Istotą sposobu według wynalazku jest to, że uzyskany, dowolną metodą, rozkład natężenia oświetlenia na powierzchni ekranu lub światłości w kącie bryłowym każdego reflektora z badanego zespołu reflektorów przelicza się najpierw, znanymi metodami geometrycznymi, na rzeczywisty rozkład natężenia oświetlenia przy powierzchni drogi określony dla płaszczyzny prostopadłej do osi pojazdu, po czym sumuje się te rozkłady dla wszystkich reflektorów zespołu, uzyskując wypadkowy rozkład  $E_d$ , oraz na rzeczywisty rozkład natężenia oświetlenia określony dla płaszczyzny prostopadłej do osi pojazdu na powierzchni odpowiadającej położeniu oczu kierowcy podlegającemu olśnieniu, po czym sumuje się te rozkłady dla wszystkich reflektorów zespołu, uzyskując wypadkowy rozkład  $E_o$ . Z tak uzyskanych przeliczeń oblicza się odpowiednie miary jakości światła wyrażane wartościami liczbowymi  $M_k$  w przypadku oświetlenia drogi oraz  $N_l$  w przypadku olśnienia kierowcy. Obliczeń tych dokonuje się dla określonej liczby  $k$  odpowiednio wydzielonych, w zależności od realizowanego zadania oświetleniowego, sektorów  $S_k$  powierzchni drogi i jej otoczenia oraz dla określonej liczby  $l$  odpowiednio wydzielonych, w zależności od sposobu wywoływania olśnienia, sektorów  $S_l$  powierzchni położenia oczu kierowcy. Uzyskane tą drogą wyniki porównuje się z ustalonymi wymaganiami wzorca.

Obliczenia wartości  $M_k$  dokonuje się według zależności matematycznej

$$M_k = \frac{\int_{S_k} \frac{E_{rd}}{a \cdot E_a} \cdot dS_k}{S_k}$$

w której;  $E_{rd}$  – natężenie oświetlenia użyte do wyliczenia, gdzie za  $E_{rd}$  przyjmuje się wartości według warunków:  $E_{rd} = E_d$  gdy  $E_d \geq E_{pr}$  albo  $E_{rd} = 0$  gdy  $E_d < E_{pr}$ , w których  $E_{pr}$  oznacza progowe natężenie oświetlenia, przy którym oko może jeszcze coś dostrzec,  $E_a$  – natężenie oświetlenia na powierzchni oka kierowcy pojazdu wyposażonego w oceniane reflektory, wywołane oświetlającym działaniem badanego reflektora odpowiedzialne za poziom adaptacji wzroku,  $a$  – liczba stała odzwierciedlająca stosunek natężenia oświetlenia na powierzchni oka do natężenia oświetlenia na powierzchni drogi,  $dS_k$  – elementarne pole powierzchni ocenianego sektora  $k$ , a  $S_k$  – pole powierzchni ocenianego sektora  $k$ ;

natomiast obliczenia wartości  $N_l$  dokonuje się według zależności matematycznej

$$N_l = \frac{\int_{S_l} \frac{E_{oe} \cdot \cos \alpha - E_{op}}{E_{op}} \cdot dS_l}{S_l}$$

w której;  $E_{oe}$  – natężenie oświetlenia użyte do wyliczenia, gdzie za  $E_{oe}$  przyjmuje się wartości według warunków:  $E_{oe} = E_o$  gdy  $E_o \cdot \cos \alpha \geq E_{op}$  albo  $E_{oe} = E_{op}$  gdy  $E_o \cdot \cos \alpha < E_{op}$ ,  $\alpha$  – kąt pomiędzy normalną do powierzchni oka olśniewanego kierowcy a promieniem światła wywołującym olśnienie,  $E_{op}$  – progowe natężenie oświetlenia na powierzchni oka wywołujące olśnienie,  $dS_l$  – elementarne pole powierzchni ocenianego sektora a  $S_l$  – pole powierzchni ocenianego sektora  $l$ .

Wartość parametru  $E_a$  występującego we wzorze pierwszym najkorzystniej jest obliczać z zależności matematycznej

$$E_a = \int_{\omega} L_d \cdot \cos \theta \cdot d\omega$$

albo też z zależności matematycznej

$$E_a = b \cdot \frac{\int_{S_e} E_{da} \cdot dS_e}{S_e}$$

w których;  $L_d$  – luminancja punktu drogi widziana okiem kierowcy, wywołana oświetlającym działaniem badanego reflektora,  $\omega$  – kąt bryłowy o wierzchołku w miejscu oka kierowcy, w którym występuje oświetlony ocenianymi reflektorami obszar pasa drogowego lub część tego kąta gdzie występuje największa luminancja drogi odpowiedzialna za poziom adaptacji wzroku,  $b$  – liczba stała, odzwierciedla-

jąca stosunek natężenia oświetlenia światła reflektora na powierzchni drogi do natężenia oświetlenia na powierzchni oka,  $\theta$  - kąt pomiędzy normalną do powierzchni oka a padającym promieniem świetlnym,  $E_{da}$  - natężenie oświetlenia światła padającego na powierzchnię drogi, wywołujące luminancję tej powierzchni odpowiedzialną za adaptację wzroku kierowcy,  $S_e$  - pole powierzchni płaszczyzny prostopadłej do kierunku wzroku kierowcy, przez którą przebiegają promienie światła odbitego od powierzchni drogi ku oku,  $dS_e$  - elementarne pole powierzchni tej płaszczyzny.

Korzystnie jest także, gdy wszystkie wartości natężenia oświetlenia i luminancji użyte do obliczeń zastępuje się nieliniowymi funkcjami proporcjonalnymi do tych wielkości, najlepiej funkcją logarytmiczną.

Wymienione obliczenia matematyczne najkorzystniej jest wykonywać metodami numerycznymi przy pomocy komputera.

Zaletą sposobu według wynalazku jest to, że pozwala on na odzwierciedlenie rzeczywistego natężenia oświetlenia drogi, i to zarówno przez jeden reflektor jak i zespół dwóch lub więcej reflektorów zainstalowanych w pojeździe. Sposób pozwala na ocenę jakości oświetlenia drogi i jej otoczenia przez reflektor w kierunku odpowiadającym dostrzeganiu przeszkód na drodze. Metoda uwzględnia też bardzo istotny czynnik, jakim jest poziom adaptacji wzroku kierowcy do oświetlonej powierzchni drogi i obiektów. Zatem opisanym sposobem można w pełni ocenić rzeczywistą jakość światła badanego zespołu reflektorów pojazdu.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania.

Dla każdego z dwóch ocenianych reflektorów tworzących zespół reflektorów samochodowych mierzy się, przy pomocy fotogoniometru, rozkłady natężenia oświetlenia w płaszczyźnie ekranu odległego od reflektorów o 25 m. Dane te zapisuje się w postaci cyfrowej na dyskiecie komputerowej.

Następnie dane te, przy użyciu programu komputerowego, poddaje się przekształceniu, według znanych metod geometrycznych, na rozkład natężenia oświetlenia na powierzchni drogi, uwzględniając wysokość zamocowania reflektorów na pojeździe oraz ich odległość od ekranu, po czym sumuje się te wartości dla dwóch reflektorów z uwzględnieniem ich wzajemnego położenia na pojeździe, otrzymując w ten sposób wypadkowy rozkład natężenia oświetlenia  $E_d$  na powierzchni drogi. Następnie wydziela się pewną liczbę  $k$ , w niniejszym przykładzie

osiem, sektorów drogi o powierzchniach  $S_1, S_2, \dots, S_{k=8}$ , dla których oblicza się liczbowe wartości oceny według zależności matematycznej

$$M_k = \frac{\int_{S_k} \frac{E_{rd}}{a \cdot E_a} \cdot dS_k}{S_k}$$

w której; stały współczynnik  $a$  przyjęty za równy jedności, wartości  $E_{rd}$  jako natężenie oświetlenia użyte do wyliczenia, przyjmowano według warunków:  $E_{rd} = E_d$  gdy  $E_d \geq E_{pr}$  albo  $E_{rd} = 0$  gdy  $E_d < E_{pr}$ , gdzie dla obliczeń wartość progową natężenia oświetlenia  $E_{pr}$  przyjęto jako  $E_{pr} = (0,05 \cdot E_a)$ , przy czym  $E_a$  zostało obliczone według zależności matematycznej

$$E_a = b \cdot \frac{\int_{S_e} E_{da} \cdot dS_e}{S_e}$$

w której;  $b$  jako liczbę stałą, odzwierciedlającą stosunek natężenia oświetlenia światła reflektora na powierzchni drogi do natężenia oświetlenia na powierzchni oka, przyjęto w przykładzie za równą 1000 lx/lx.,  $E_{da}$  jako natężenie oświetlenia światła padającego na powierzchnię drogi przyjęto za równe  $E_d$ , natomiast  $S_e$  jako pole powierzchni płaszczyzny prostopadłej do kierunku wzroku kierowcy wyliczono na podstawie relacji pomiędzy oświetloną powierzchnią drogi i kątem obserwacji kierowcy.

W podobny sposób z zależności matematycznej

$$N_l = \frac{\int_{S_l} \frac{E_{oe} \cdot \cos \alpha - E_{op}}{E_{op}} \cdot dS_l}{S_l}$$

wyliczono wartości oceny olśnienia dla wydzielonych dwóch sektorów powierzchni występowania oczu kierowców, jednego po lewej stronie dla kierowcy nadjeżdżającego z przeciwka, a drugiego po prawej stronie dla kierowcy pojazdu poprzędzającego.

Wszystkie wymienione wyliczenia wykonuje się przy pomocy programu komputerowego.

Efektem końcowym dokonanych obliczeń są wartości liczbowe  $M_1, M_2, \dots, M_{k=8}$  jako wyniki oceny odpowiadające sektorom  $S_1, S_2, \dots, S_{k=8}$  powierzchni oświetlenia drogi oraz wartości liczbowe  $N_1$  i  $N_2$  jako wyniki oceny odpowiadające sektorom  $S_1$  i  $S_2$  powierzchni olśnienia, przedstawione w poniższej tabeli:

Sektor drogi	Ocena	Wymagania wzorcowe
	$M_k$	$M_k$
S1	0.862	>0.750
S1	0.571	>0.500
S3	0.192	>0.150
S4	0.027	>0.020
S5	0.929	>0.750
S6	0.659	>0.500
S7	0.220	>0.200
S8	0.046	>0.030
Sektor olśnienia	$N_l$	$N_l$
S1	0.169	<0.500
S2	0.278	<0.800

Na podstawie porównania uzyskanych wyników z zawartymi wymaganiami wzorcowymi można ocenić jakość światła badanego zespołu reflektorów. W podanym przykładzie badany zespół spełnia ustalone wymagania.

RZECZNIK PATENTOWY

  
Dr inż. Jan Surmiak

Z-ca DYREKTORA

  
dr inż. Leszek Turek

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób oceny jakości światła reflektorów pojazdu, zwłaszcza samochodowego, polegający na pomiarze, dowolną metodą, rozkładu natężenia oświetlenia każdego ocenianego reflektora na powierzchni ekranu usytuowanego prostopadle do osi pojazdu lub alternatywnie, na pomiarze rozkładu światłości wiązki świetlnej w kącie bryłowym zawierającym oś pojazdu, zsumowaniu uzyskanych wyników i na porównaniu ich z wymaganiami wzorca, **znamienny tym**, że uzyskany rozkład natężenia oświetlenia na powierzchni ekranu lub światłości w kącie bryłowym każdego reflektora zespołu przelicza się najpierw, znanymi metodami geometrycznymi, na rzeczywisty rozkład natężenia oświetlenia przy powierzchni drogi, określony dla płaszczyzny prostopadłej do osi pojazdu, po czym sumuje się te rozkłady dla wszystkich reflektorów zespołu, uzyskując wypadkowy rozkład  $E_d$ , oraz na rzeczywisty rozkład natężenia oświetlenia określony dla płaszczyzny prostopadłej do osi pojazdu na powierzchni odpowiadającej położeniu oczu kierowcy podlegającemu olśnieniu, po czym sumuje się te rozkłady dla wszystkich reflektorów uzyskując wypadkowy rozkład  $E_o$ , a następnie z uzyskanych przeliczeń oblicza się odpowiednie miary jakości światła wyrażane wartościami liczbowymi  $M_k$  w przypadku oświetlenia drogi oraz  $N_l$  w przypadku olśnienia kierowcy, gdzie obliczeń dokonuje się dla określonej liczby  $k$  odpowiednio wydzielonych sektorów powierzchni drogi i jej otoczenia oraz określonej liczby  $l$  odpowiednio wydzielonych sektorów powierzchni położenia oczu kierowcy, a uzyskane wyniki porównuje się z ustalonymi wymaganiami wzorca, przy czym obliczenia wartości  $M_k$  dokonuje się według zależności matematycznej



$$M_k = \frac{\int_{S_k} \frac{E_{rd}}{a \cdot E_a} \cdot dS_k}{S_k}$$

w której;  $E_{rd}$  – natężenie oświetlenia użyte do wyliczenia, gdzie za  $E_{rd}$  przyjmuje się wartości według warunków:  $E_{rd} = E_d$  gdy  $E_d \geq E_{pr}$  albo  $E_{rd} = 0$  gdy  $E_d < E_{pr}$ , w których  $E_{pr}$  oznacza progowe natężenie oświetlenia, przy którym oko może jeszcze coś dostrzec,  $E_a$  – natężenie oświetlenia na powierzchni oka kierowcy pojazdu wyposażonego w oceniane reflektory, wywołane oświetlającym działaniem badanego reflektora odpowiedzialne za poziom adaptacji wzroku,  $a$  – liczba stała odzwierciedlająca stosunek natężenia oświetlenia na powierzchni oka do natężenia oświetlenia na powierzchni drogi  $dS_k$  – elementarne pole powierzchni wydzielonego sektora  $k$ , a  $S_k$  – pole powierzchni wydzielonego sektora  $k$ ;

natomiast obliczenia wartości  $N_l$  dokonuje się według zależności matematycznej

$$N_l = \frac{\int_{S_l} \frac{E_{oe} \cdot \cos \alpha - E_{op}}{E_{op}} \cdot dS_l}{S_l}$$

w której;  $E_{oe}$  – natężenie oświetlenia użyte do wyliczenia, gdzie za  $E_{oe}$  przyjmuje się wartości według warunków:  $E_{oe} = E_o$  gdy  $E_o \cdot \cos \alpha \geq E_{op}$  albo  $E_{oe} = E_{op}$  gdy  $E_o \cdot \cos \alpha < E_{op}$ ,  $\alpha$  – kąt pomiędzy normalną do powierzchni oka olśniewanego kierowcy, a promieniem światła wywołującym olśnienie,  $E_{op}$  – progowe natężenie oświetlenia na powierzchni oka wywołujące olśnienie,  $dS_l$  – elementarne pole powierzchni wydzielonego sektora  $l$ , a  $S_l$  – pole powierzchni wydzielonego sektora  $l$ .

2. Sposób według zastrz.1. znamienny tym, że natężenie oświetlenia na powierzchni oka  $E_a$  wylicza się z zależności matematycznej

$$E_a = \int_{\omega} L_d \cdot \cos \theta \cdot d\omega$$

albo też z zależności matematycznej

$$E_a = b \cdot \frac{\int_{S_e} E_{da} \cdot dS_e}{S_e}$$

w których;  $L_d$  – luminancja punktu drogi widziana okiem kierowcy wywołana oświetlającym działaniem badanego reflektora;  $\omega$  – kąt bryłowy, o wierzchołku w miejscu oka kierowcy, w którym występuje oświetlony ocenianymi reflektorami obszar pasa drogowego lub część tego kąta gdzie występuje największa luminancja

drogi odpowiedzialna za poziom adaptacji wzroku,  $b$  – liczba stała, odzwierciedlająca stosunek natężenia oświetlenia światła reflektora na powierzchni drogi do natężenia oświetlenia na powierzchni oka,  $\theta$  – kąt pomiędzy normalną do powierzchni oka, a padającym promieniem świetlnym,  $E_{da}$  – natężenie oświetlenia światła padającego na powierzchnię drogi i wywołującego luminancję tej powierzchni odpowiedzialną za adaptację wzroku kierowcy,  $S_e$  – pole powierzchni płaszczyzny prostopadłej do kierunku wzroku kierowcy, przez którą przebiegają promienie światła odbitego od powierzchni drogi ku oku, a  $dS_e$  – elementarne pole powierzchni tej płaszczyzny.

3. Sposób według zastrz.2 znamienny tym, że wszystkie wartości natężenia oświetlenia i luminancji użyte do obliczeń zastępuje się nieliniowymi funkcjami proporcjonalnymi do tych wielkości.

4. Sposób według zastrz.3 znamienny tym, że nieliniową funkcją jest funkcja logarytmiczna.

5. Sposób według zastrz.4 znamienny tym, że obliczeń dokonuje się metodami numerycznymi przy użyciu komputera.

RZECZNIK PATENTOWY

*Dr inż. Jan Surmiak*

Z-ca DYREKTORA

*dr inż. Leszek Turek*

**Certified Translation from Polish into English -----**

Patent Office of the Republic of Poland -----

National Emblem of Poland -----

**C E R T I F I C A T E -----**

Instytut Transportu Samochodowego (Institute of Road Transport), Warszawa, Poland, applied on 23<sup>rd</sup> September, 1999 at the Patent Office of the Republic of Poland for a patent for the invention entitled: "Method for Estimating the Lighting Quality of Vehicle Headlights, Particularly Automobile Headlights".-----

The description of the invention and the patent claims attached to this certificate are true copies of the documents enclosed to the application of 23<sup>rd</sup> September, 1999. -----

The application was filed with the number P-335553.

Warszawa, 3<sup>rd</sup> December, 2001. -----

Authorised by the Chairman, Jowita Mazur M.Sc.,  
Official in Charge – signature illegible. -----

Round pressed seal including the National Emblem of Poland. -----



## **Method for Estimating the Lighting Quality of Vehicle Headlights, Particularly Automobile Headlights**

The subject of the invention is a method for estimating the lighting quality of vehicle headlights, particularly automobile headlights.

The invention can be applied mainly in research laboratories testing vehicle headlights, particularly automobile headlights during the process of their designing and construction as well as in vehicle control stations.

In the Regulation No.20 of the United Nations Organisation – European Economic Commission – E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.19/Rev.2. there is known a method for estimating the lighting quality of a car headlight consisting in the fact that the tested light beam emitted from a vehicle headlamp is projected onto a screen situated in a defined distance from the headlamp in a position perpendicular to its optical axis. Next, in the definite points and areas of the screen there are performed point measurements of illumination by means of a luxmeter, thereafter the results of the measurements are compared in the form of a table of illumination distribution to the requirements of the obligatory

standard. A modification of the presented method for headlamp estimation is achievement of illumination distribution not on the way measurements on a screen, by measurement of luminous intensity distribution of the tested headlamp by means of a goniophotometer in a solid angle of the beam including the vehicle axis. For a set of headlights there is performed simple summation of luminous intensity of several tested headlamps.

The main disadvantage of the described method is the fact that lighting quality estimation is performed only for one tested headlamp and the values of illumination are obtained on the basis of estimation of illumination distribution on the surface of a screen perpendicular to the emitted light beam. However, the surface of the screen is not a surface observed by a driver while the vehicle is in move as the driver observes the road and its closest surrounding. Besides, a disadvantage of the method is the fact that the measurements are taken for constant distance between the photoelectric meter and the headlamp, and for such conditions the requirements are defined, while the illuminated places of the lighted road corresponding to the estimated points are in the distance depending upon

headlamps setting on the vehicle. Thus, the described method of estimation does not correspond to the real conditions of observation of objects illuminated on the road by car headlights and it does not illustrate real lighting characteristics of one headlamp nor especially a set of headlamps installed on the vehicle, because illumination distribution on an illuminated road is completely different from the one on a measuring screen. Therefore, there are errors in measuring values as well as distortions of observed pictures, and in consequence incorrect estimation of headlamps lighting quality. The method according to the invention is free from the disadvantages described above.

The clue of the method according to the invention is the fact that the distribution of illumination obtained by any method on a screen or the luminous intensity in a solid angle of each tested headlamp is first converted by the known geometric methods to the real distribution of illumination for the surface of the road defined on the plane perpendicular to the vehicle axis, thereafter the obtained distributions for all the headlamps of the set are summed, which gives the final distribution  $E_{d1}$ , and to the real distribution of illumination defined

for the plane perpendicular to the vehicle axis on the surface lying on the eye-level of the glared driver, thereafter the distributions are summed for all the headlamps of the set and there is obtained the final distribution  $E_o$ . On the basis of the figures obtained in this way there are calculated corresponding values of lighting quality which are the numerical values  $M_k$  in case of road illumination and  $N_l$  in case of driver's eyes glaring. The calculations are performed for the defined number  $k$  of sectors  $S_k$  of road surface and its surrounding, properly selected depending on performed lighting task, and for the defined number  $l$  of sectors  $S_l$  of driver's eyes surface, properly selected depending on the way the glaring is involved. The results obtained in this way are compared to the fixed requirements of the standard.

The calculations of the value  $M_k$  are performed according to the mathematical formula:

$$M_k = \frac{\int \frac{E_{rd}}{a \cdot E_a} \cdot dS_k}{S_k}$$

where:  $E_{rd}$  - value of illumination used for the calculation on the condition that  $E_{rd} = E_d$  when  $E_d \geq E_{pr}$  or  $E_{rd} = 0$  where  $E_d < E_{pr}$ , in which  $E_{pr}$  stands for threshold illumination in which a human eye can see anything,  $E_a$  stands for illumination on the surface of the driver's eye, caused by the light of the tested headlamps and responsible for the sight adaptation level of the driver's eye,  $a$  – constant number illustrating proportion between illumination on the surface of the eye and illumination on the road surface,  $dS_k$  – differential of the area of the tested sector  $k$ , and  $S_k$  – area of the tested sector  $k$ ;  
The numerical values  $N_l$  are calculated according to the following mathematical formula:

$$N_l = \frac{S_l}{S_l} \int \frac{E_{oe} \cdot \cos \alpha - E_{op}}{E_{op}} \cdot dS_l$$

where  $E_{oe}$  – illumination used for the calculation, on the condition that  $E_{oe} = E_o$  when  $E_o \cdot \cos \alpha \geq E_{op}$  or alternatively  $E_{oe} = E_{op}$  when  $E_o \cdot \cos \alpha < E_{op}$ ,  $\alpha$  - angle between the glared driver's sight line and the light beam causing the glare,  $E_{op}$  – threshold glare



illumination on the surface of the eye,  $dS_l$  – differential of the area of the tested sector,  $S_l$  – area of the sector l.

It is favourable to calculate the value of the parameter  $E_a$  which is in the first formula from the following mathematical formula:

$$E_a = \int_{\omega} L_d \cdot \cos\theta \cdot d\omega$$

or alternatively from the mathematical formula:

$$E_a = b \cdot \frac{\int_{S_e} E_{da} \cdot dS_e}{S_e}$$

where:  $L_d$  – luminance of the road point observed by the driver's eye caused by the tested headlamp,  $\omega$  - solid angle with its top in the place of the driver's eye, in which there is an area of the road illuminated with the tested headlamps or a part of the angle where there is the highest road luminance responsible for the sight adaptation level,  $b$  – constant number illustrating the proportion between the illumination on the surface of the road and the illumination on the surface of the eye,  $\theta$  - angle between the normal to the surface of the driver's eye and the light beam,  $E_{da}$  – illumination on the surface of the road causing luminance of the surface

responsible for driver's sight adaptation,  $S_e$  – area of plane perpendicular to the direction of the driver's sight line, through which the light beams reflecting from the road incident to the eyes,  $dS_e$  – differential of the above mentioned area.

It is preferable when all the values of illumination and luminance used for the calculation are replaced by non-linear functions which are proportional to these values, preferably by logarithmic function.

It is preferable to perform the above mentioned mathematical calculations by means of computerised numerical methods.

An advantage of the method according to the invention is the fact that it allows to illustrate the real illumination of the road, both for one tested headlamp as well as for a set of two or more headlamps installed on a vehicle. The method enables to estimate quality of illumination of the road and its surrounding by a headlamp in the view of noticing obstacles on the road. The method takes into consideration a very important factor which is a level of driver's sight adaptation to illuminated road surface and objects. Therefore, by the described

method it is possible to estimate real light quality of a set of the tested vehicle headlamps

The subject of the invention is presented on an example.

For each of two tested headlamps forming a set of vehicle headlamps, by means of a goniophotometer, there are measured distributions on illumination on the surface of a screen situated in a distance of 25 m from the headlamps. The data are stored in digital form on a computer disk.

Next, by means of a computer programme, the data are transformed according to the known geometrical methods for the distribution of illumination on the road surface, taking into consideration the height on which the headlamps are installed and a distance from the screen, thereafter these values are summed for two headlamps considering their mutual position on the vehicle, obtaining this way the final distribution of illumination  $E_d$  on the surface of the road. Next, there is established a certain number  $k$ , in this example it is eight, of road sector of the surface  $S_1, S_2, \dots S_{k=8}$ , for which there are calculated numerical values of estimation according to the following mathematical formula:

$$M_k = \frac{\int \frac{E_{rd}}{a \cdot E_a} \cdot dS_k}{S_k}$$

where: the constant factor  $a$  was established as 1, the values  $E_{rd}$  as illumination used for the calculation were according to the following conditions:  $E_{rd} = E_d$  when  $E_d \geq E_{pr}$  or  $E_{rd} = 0$  when  $E_d < E_{pr}$ , where for the calculations, the threshold illumination value  $E_{pr}$  was established as  $E_{pr} = (0.05 \cdot E_a)$ , providing that  $E_a$  was calculated according to the mathematical formula:

$$E_a = b \cdot \frac{\int E_{da} \cdot dS_e}{S_e}$$

where  $b$  as a constant number illustrating the ratio between illumination on the road surface and illumination of the eye surface was assumed in the example equal to 1000 lx/lx,  $E_{da}$  as illumination on the road surface was assumed equal to  $E_{d1}$ , while  $S_e$  as an area of the plane perpendicular to the direction of the driver's sight line was calculated on the basis of the relation between the illuminated road surface and the angle of driver's observation.

Similar way from the mathematical formula:

$$N_1 = \frac{\int_{S_1} \frac{E_o \cdot \cos \alpha - E_{op}}{E_{op}} \cdot dS_1}{S_1}$$

there were calculated values of estimation of glare illumination for two established sectors of the driver's eyes, the first one on the left side for the diver coming from the opposite direction and the second one on the right side for the preceding diver.

All the above mentioned calculations were performed by means of a computer programme.

The final result of the calculations were numerical values  $M_1, M_2, \dots M_{k=8}$  as the results corresponding to the sectors  $S_1, S_2, \dots S_{k=8}$  of the illuminated road surface and the numerical values  $N_1$  and  $N_2$  as the results of the estimation corresponding to the sectors  $S_1$  and  $S_2$  of the glare surface, presented in the table below.

Road sector	Results	Requirements
	<b>M<sub>k</sub></b>	<b>M<sub>k</sub></b>
S1	0.862	>0.750
S1	0.571	>0.500
S3	0.192	>0.150
S4	0.027	>0.020
S5	0.929	>0.750
S6	0.659	>0.500
S7	0.220	>0.200
S8	0.046	>0.030
Sector of glare	<b>N<sub>i</sub></b>	<b>N<sub>i</sub></b>
S1	0.169	<0.500
S2	0.278	<0.800

On the basis of comparison of the obtained results to the standard requirements it is possible to estimate light quality of the tested headlamps set. In the above example the tested set meets the established requirements.

Oblong stamp: Patent Attorney, Jan Surmiak D.Sc. – signature illegible.

Oblong stamp: Deputy Director, Leszek Turek D,Sc. – signature illegible.

## Patent Claims

1. A method for estimating the lighting quality of vehicle headlights, particularly automobile headlights, consisting in measurement of illumination distribution by any method for each tested headlamp on a screen situated perpendicular to the axis of the vehicle or alternatively on measurement of distribution of light beam luminous intensity in a solid angle including the vehicle axis, on summing the obtained results and comparing them to the requirements of the standard, **wherein** the obtained distribution of illumination on the surface of the screen or the distribution of luminance in the solid angle of each headlamp is first transformed by the known geometric methods to the real distribution of illumination on the road surface, defined for the surface perpendicular to the vehicle axis, thereafter the distributions are summed for all the headlamps of the set, giving in the result the final distribution  $E_{d1}$ ,

and to the real distribution of illumination defined for the plane perpendicular to the axis of the vehicle lying on the glared driver's eye-level, thereafter these distributions are summed for all the headlamps, giving the final distribution  $E_{01}$ , and next on the basis of the obtained results there are calculated corresponding values of lighting quality expressed in numerical values  $M_k$  in case of road illumination and  $N_l$  in case of driver's glaring, wherein the calculations are performed for the defined number  $k$  of properly determined sectors of the surface of the road and its surrounding and the defined number  $l$  of properly defined sectors of the surface at the glared driver's eyes level, and the obtained results are compared to the defined standard requirements, providing that the calculation of  $M_k$  is performed according to the following mathematical formula:

$$M_k = \frac{\int \frac{E_{rd}}{a \cdot E_a} \cdot dS_k}{S_k}$$

where  $E_{rd}$  – illumination value used for the calculation, on the condition that  $E_{rd}=E_d$  when  $E_d \geq E_{pr}$  or  $E_{rd}=0$  when  $E_d < E_{pr}$ , in which  $E_{pr}$  stands for



threshold illumination in which the human eye can see anything,  $E_a$  stands for illumination on the eye surface of the driver driving the vehicle provided with the tested headlamps, involved by illumination of the tested headlamp, responsible for the sight adaptation level,  $a$  stands for a constant number illustrating the proportion between illumination on the surface of the eye and illumination on the surface of the road,  $dS_k$  stands for a differential of the area of the sector  $k$ , and  $S_k$  stands for the whole area of the determined sector  $k$ ;

while the numerical values  $N_l$  are calculated according to the following mathematical formula:

$$N_l = \frac{\int \frac{E_{oe} \cdot \cos \alpha - E_{op}}{E_{op}} \cdot dS_l}{S_l}$$

where  $E_{oe}$  stands for illumination used for the calculation on the condition that  $E_{oe} = E_o$  when  $E_o \cdot \cos \alpha \geq E_{op}$  or  $E_{oe} = E_{op}$  when  $E_o \cdot \cos \alpha < E_{op}$ ,  $\alpha$  stands for an angle between the sight line of the glared driver and the light beam causing the glare,  $E_{op}$  stands for threshold glare illumination on the surface of the eye, which involves the glare,  $dS_l$  stands for a

differential of the area of the tested sector I and  $S_I$  is the whole area of the sector I.

2. A method according to claim 2 wherein the illumination on the eye surface  $E_a$  is calculated from the following mathematical formula:

$$E_a = \int L_d \cdot \cos\theta \, d\omega$$

or alternatively from the following mathematical formula:

$$E_a = b \cdot \frac{\int_{S_e} E_{da} \cdot dS_e}{S_e}$$

where  $L_d$  stands for luminance of the road point observed by the driver, which is caused by the tested head lamp,  $\omega$  stands for a solid angle with its top in the driver's eye, in which there is an area of the road illuminated with the tested headlamps or a part of this angle where there is the greatest luminance responsible for the sight adaptation level,  $b$  stands for a constant number illustrating the proportion between illumination of the headlamp on the surface of the road and illumination on the surface of the eye,  $\theta$  stands for an angle between the perpendicular to the surface of the driver's eye and the incident light beam,  $E_{da}$  stands for the illumination on the

surface of the road, which involves luminance of this surface responsible for the sight adaptation level of the driver's eyes,  $S_e$  stands for the area of the plane perpendicular to the direction of the driver's sight, which is passed by light beams reflected from the road surface to the eyes, and  $dS_e$  stands for a differential of the area of this plane.

3. A method according to claim 3 wherein all the values of illumination and luminance used for the calculation are replaced by non-linear functions which are proportional to these values.

4. A method according to claim 3 wherein a non-linear function is a logarithmic function.


5. A method according to claim 4 wherein the calculations are performed by numerical methods by means of a computer.

Oblong stamp: Patent attorney, Jan Surmiak D.Sc. – signature illegible. Oblong stamp: Deputy Director, Leszek Turek D.Sc. – signature illegible.

xx  
I, Maria Łempicka in my capacity as a sworn translator, hereby certify the above translation to be in accordance with the original document in the Polish language. -----

Warsaw, 20<sup>th</sup> February, 2002. Reg. No. 026 /2002,



  
**MARIA ŁEMPICKA M. A.**  
**SWORN TRANSLATOR**  
ul. Opaczewska 12 m. 22  
02-368 Warszawa, tel. 659-03-85